

Школа Инженерная школа энергетики
 Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
 Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
ЗАМЕНА ЗОЛОУЛАВЛИВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ НА НГРЭС

УДК 621:311.22.002.5:621.182.9

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4А1	Грубенко Андрей Анатольевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	А.М.Антонова	к.т.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	М.А.Вагнер			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОСГН	Н.В. Потехина	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения общетехнических дисциплин	Н.А. Алексеев	-		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	М.А.Вагнер	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	А.М.Антонова	к.т.н., доцент		

Томск – 2019 г.

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата, указанными в ФГОС ВПО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Универсальные компетенции</i>
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать <i>результаты комплексной инженерной деятельности</i> .
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных инженерных задач</i> .
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной инженерной деятельности</i> с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной инженерной деятельности</i> в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества,

	соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
	<i>Специальные профессиональные</i>
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа энергетики
 Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
 Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ А.М. Антонова
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б4А1	Грубенко Андрею Анатольевичу

Тема работы:

ЗАМЕНА ЗОЛОУЛАВЛИВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ НА НГРЭС
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1 июня 2019 года
--	------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Целью работы является анализ вариантов замены золоулавливающего оборудования Назаровской ГРЭС. Объектом исследования в работе является золоулавливающее оборудование. Предметом исследования являются выбросы золы от Назаровской ГРЭС.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нагрузки Назаровской ГРЭС существующие и перспективные. Техническая характеристика золоулавливающего оборудования. 2. Обоснование замены золоуловителей. 3. Расчет 2 –х вариантов золоулавливателей 4. Подбор золоулавливающих установок 5. Расчет эффективности золоуловителей. 6. Анализ и обоснование предложенного варианта для замены золоулавливающего оборудования Назаровской ГРЭС.

	7. Финансовый менеджмент 8. Социальная ответственность Заключение
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Чертежи по месту установки золоулавливающего оборудования.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Н.В. Потехина, Ст. преподаватель ОСГН
Социальная ответственность	Н.А. Алексеев, ассистент отделения общетехнических дисциплин
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	08.12.18
---	----------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	А.М.Антонова	к.т.н., доцент		08.12.18
Ст. преподаватель НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	М.А.Вагнер			08.12.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4А1	Грубенко Андрей Анатольевич		08.12.18

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 70 с., 7 рис., 14 табл.,
5 источников.

Ключевые слова: ЭФ, МЗУ, БЦУ, КПД.

Цель работы – замена работающего золоулавливающего оборудования
Назаровской ГРЭС.

В процессе работы рассчитана эффективность, проведен сравнительный
анализ МЗУ и электрофилтра, проведен расчет уменьшения платы за выбросы.

В результате выбран наиболее эффективный фильтр, отвечающий
современным требованиям удаления золы.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГРЭС– городская районная электростанция;

БЦУ – батарейный циклонный уловитель;

ГЗУ – гидравлическое золоудаление;

ПЗУ – пневматическое золоудаление;

МЗУ – мокрый золоуловитель;

ЭФ – электрофильтр;

КПД – коэффициент полезного действия;

ЭГВ – электрофильтр горизонтальный модификации.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1.ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОУЛАВЛИВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	12
2. ОБОСНОВАНИЕ ЗАМЕНЫ ЗОЛОУЛОВИТЕЛЕЙ.....	16
3. РАСЧЕТ ДВУХ ВАРИАНТОВ ЗОЛОУЛОВИТЕЛЕЙ.....	17
3.1 Подбор золоулавливающих установок.....	17
3.1.1Принцип работы электрофильтров.....	17
3.1.2 Принцип работы мокрого золоуловителя.....	20
3.2 Расчет эффективности золоуловителей.....	22
3.2.1 Объем дымовых газов перед золоуловителем.....	22
3.2.2 Расчет МЗУ.....	24
3.2.3 Расчетэлектрофильтра.....	27
3.3 Анализ и обоснование предложенного варианта для замены золоулавливающего оборудования Назаровской ГРЭС.....	33
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	35
4.1 Анализ конкурентоспособности.....	35
4.2 Планирование работ и оценка времени их выполнения.....	37
4.3 Смета затрат на проектирование.....	40
4.3.1 Капитальные вложения.....	40
4.3.2 Материальные затраты.....	40
4.3.3 Амортизация основных фондов и нематериальных активов.....	40
4.3.4 Затраты на заработную плату.....	40
4.3.5 Затраты на социальные отчисления.....	42
4.3.6 Накладные расходы.....	43
4.3.7 Суммарные затраты на проект составили:.....	43
4.4 Смета затрат на реализацию проекта.....	44
4.4.1 Смета затрат.....	44

4.4.2 Оценка экономического эффекта.....	45
4.4.3 Годовой экономический эффект.....	45
4.4.4 Простой срок окупаемости проекта.....	46
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	48
5.1 Производственная безопасность.....	50
5.1.1 Промышленная санитария.....	50
5.1.2 Освещенность производительных помещений.....	51
5.1.3 Системы вентиляций производственных помещений.....	54
5.1.4 Защита персонала от вредных воздействий производственной вибрации, шума.....	55
5.2 Опасные факторы.....	56
5.2.1 Электробезопасность.....	56
5.2.2 Механизмы рабочего оборудования.....	57
5.2.3 Тепловые излучения и опасность термического ожога.....	58
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	59
5.3.1 Пожарная безопасность.....	59
5.4 Экологическая безопасность.....	61
5.4.1 Золовое хозяйство пылеугольной ТЭС.....	61
5.4.2 Очистка и удаление дымовых газов в атмосферу.....	62
5.4.3 Основные принципы золоулавливания.....	64
5.4.4 Снижение выбросов оксидов серы и азота.....	66
5.4.5 Шум от энергоустановок и мероприятия по его снижению.....	67
5.4. 6 Удаление дымовых газов в атмосферу.....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	70

ВВЕДЕНИЕ

Назаровская ГРЭС — одна из крупнейших тепловых электростанций Сибири. Она обеспечивает теплом промышленные и сельскохозяйственные предприятия, предприятия социальной сферы и жилые дома города Назарово. Входит в группу «Сибирская генерирующая компания».

Строительство тепловой электростанции в Назарово началось в 1955 году. В мае 1959 года решением ЦКВЛКСМ строительство Назаровской ГРЭС было объявлено Всесоюзной ударной комсомольско-молодежной стройкой. Первый энергоблок станции был введен в эксплуатацию 9 ноября 1961 года — этот день считается датой основания Назаровской ГРЭС.

Экономическим обоснованием строительства Назаровской ГРЭС стало местоположение — недалеко от Канско-Ачинского угольного месторождения. Уголь разреза «Назаровский», расположенного в 5 км, является основным топливом станции. Охлаждение системы происходит с использованием воды реки Чулым, на берегу которой находится станция.

ГРЭС планировалась как флагман тепловой энергетики Красноярского края. Ее проектная мощность составляла 1400 МВт. И хотя на эти показатели станция не вышла, достигнув 1210 МВт, она и сегодня является одной из крупнейших тепловых электростанций Сибири, вырабатывая ежегодно около 5,4 млрд кВт·ч электрической и 590 тыс. Гкал тепловой энергии.

Назаровская ГРЭС является одним из крупнейших поставщиков электрической энергии на рынок. Установленная электрическая мощность станции — 1210 МВт, установленная тепловая мощность — 870 Гкал/ч. Назаровская ГРЭС находится на пересечении магистральных электрических сетей. Через территорию станции проходит ЛЭП 500 кВ, передающая электроэнергию в Красноярск и другие города края — Ачинск, Ужур, Лесосибирск, а так же в соседние регионы — Кузбасс, Республики Хакасия и Тува. Кроме того, станция обеспечивает теплом промышленные и сельскохозяйственные предприятия, предприятия социальной сферы и жилые дома города Назарово.

Оборудование Назаровской ГРЭС включает 6 энергоблоков мощностью по 135 МВт и 1 энергоблок мощностью 400 МВт, 12 котлов производительностью по 250 т/ч и 2 котла по 650 т/ч.

Станция работает главным образом в конденсационном режиме, вырабатывая преимущественно электроэнергию, но может работать и в теплофикационном режиме.

Как уже говорилось, по проекту станция должна была иметь мощность 1400 МВт, однако по факту ее нынешняя мощность— 1210 МВт. Такие результаты были получены в результате перемаркировки электрогенераторов в январе 2007 года.

В начале 2000-х гг. На ГРЭС осуществлялась программа модернизации в целях уменьшения влияния работы станции на окружающую среду и реку Чулым в частности.

В апреле 2011 г. на Назаровской ГРЭС приступили к активной фазе реализации инвестпроекта по техническому перевооружению энергоблока №7, направленного на увеличение установленной мощности, обеспечение надежности и эффективности оборудования. Установленная мощность энергоблока №7 была увеличена и составляет 498 МВт.

В ноябре 2013 г. энергоблок №7 Назаровской ГРЭС был введен в эксплуатацию.

1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОУЛАВЛИВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Золоулавливающие устройства котлов ПК-38 (батареиные циклоны улиточного типа) установлены за котлами для очистки дымовых газов от золы.

Золоуловители типа БЦУ конструкции треста "Энергоуголь", установленные за котлами ПК-38 представляет собой батарею циклонных элементов 245х7 с улиточным вводом газа в каждый элемент рисунка 1.1. Золоуловитель состоит из корпуса, в котором установлено 896 элементов, двух подводящих, четырех отводящих газоходов и бункеров для сбора уловленной золы, каждый из которых имеет течку. Батареиный циклон состоит из четырех секций по 224 элемента в каждой, заключенных в общий корпус. В каждой секции элементы располагаются по ходу газа в 16 рядов с 14 элементами в каждом ряду. Элементы установлены между двумя трубными досками. Тангенциальный ввод газов в элемент и более широкое пылевывпускное отверстие делают элемент менее подверженным забиванию золой и абразивному износу.

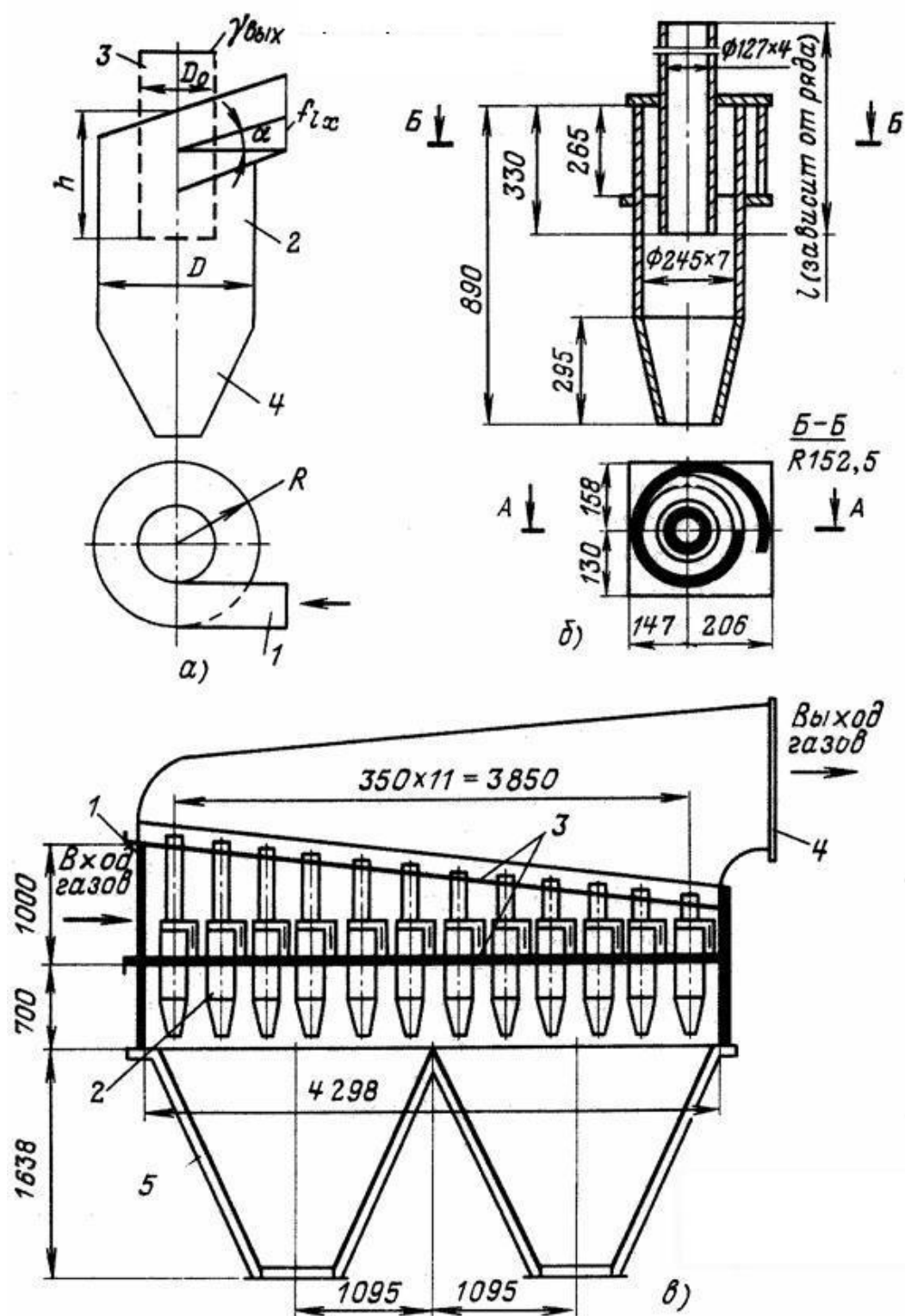


Рисунок 1.1 – Циклонные золоуловители: а – принципиальная схема циклона; б - элемент батарейного циклона БЦУ типа “Энергоуголь”; в – батарейный циклон; 1 – входной патрубок запыленного газа; 2 – циклонный элемент; 3 – трубные доски; 4 – выходной патрубок очищенного газа; 5 –бункер для золы

Таблица 1.1 – Краткая техническая характеристика батарейных, циклонных

золоуловителей типа БЦУ -160-896 "ЭНЕРГОУГОЛЬ".

п/п	Наименование	Ед. измерения	Величина
1	Завод изготовитель		Энергоуголь
2	Габаритные размеры: высота	мм	12100
3	ширина (4-х секций)	мм	17000
4	длина	мм	4750
5	Кол-во секций	шт	4
6	Кол-во циклонных элементов в секции	шт	224
7	Кол-во элементов в ряду секции	шт	16
8	Кол-во рядов в секции	шт	14
9	Общее кол-во элементов	шт	896
10	Диаметр циклонного элемента	мм	245x7
11	Запыленность газа на входе	г/нм ³	5,8
12	Концентрация золы в отходящих газах	г/нм ³	0,46
13	Гидравлическое сопротивление уловителей	кг/м ³	94,5
14	Шаг между элементами в ряду	мм	290
15	Шаг между рядами элементов	мм	340
16	Присосы воздуха	%	5
17	КПД	%	91,6÷95

Для удаления золы из бункеров БЦУ котлов 1А-4Б ее в шлаковый канал ГЗУ установлена система пневмозолоудаления (ПЗУ).

Система ПЗУ включает в себя: общий воздушный коллектор, к которому подключены три воздуходувки типа ТВ-80-1,8- Одна из воздуходувок постоянно находится в работе, а две другие в резерве. Одна из резервных состоит на АВР, величина АВР - 0,4 кгс/см². Для уменьшения пусковых токов электродвигателя и предотвращения работы ВДЗ-2 в помпажном режиме на всасе установления задвижка с электроприводом и установлена блокировка, исключающая пуск электродвигателя при открытой или не полностью закрытой задвижкой. Для побуждения золы, в течке врезаны линии подачи воздуха от

вышеуказанного общего воздушного коллектора. Техническая характеристика ВДЗ. Тип-ТВ-80-1,8-01.2У

Производительность-6000 м³/час

Напор - 1,6 кгс/см².

Число колес - 5 шт.

Число оборотов - 2950 об/мин.

Зола из бункеров по золопускным течкам поступает через шибер в инжектор. Рабочий средой инжектора является воздух с давлением 0,45÷0,5 ати. В инжекторах установлены сопла с диаметром сопла 12 мм, этим обеспечиваются оптимальные скорости золовоздушной смеси в золопроводах с точки зрения надежного удаления золы из бункеров и минимальный износ металла труб. От инжектора золовоздушная смесь по золопроводу 57 мм подается в циклон и удаляется в шлаковый канал через золопускное устройство. Золопускное устройство, представляет собой конус со срезанной вершиной внизу, присоединенной к водяному эжектору, а в верхней части имеющий кольцевой водовод воды для смачивания внутренней поверхности.

Для пуска в работу системы ПЗУ и продувки золопровода имеется линия отсоса, с регулирующим шибером, заведенная в бункер конвективной шахты котла.

2. ОБОСНОВАНИЕ ЗАМЕНЫ ЗОЛОУЛОВИТЕЛЕЙ

При сжигании энергетических топлив на тепловых электрических станциях (ТЭС) образуются продукты сгорания. В продуктах сгорания твердого топлива содержатся:

летучая зола,
частицы несгоревшего топлива,
оксид серы,
оксид азота,
газообразные продукты неполного сгорания.

Газоочистное оборудование на Назаровской ГРЭС работает с 1961 года, работы по очистке и ремонту батарейных циклонов проводятся регулярно, но оборудование морально и физически устарело и не осуществляет достаточной степени очистки.

Решением можно предложить установка золоуловителей с более высоким коэффициентом полезного действия (КПД), это позволит значительно увеличить эффективность очистки уходящих дымовых газов от золовых частиц и частиц несгоревшего топлива.

3. РАСЧЕТ ДВУХ ВАРИАНТОВ ЗОЛОУЛОВИТЕЛЕЙ

3.1 Подбор золоулавливающих установок

3.1.1 Принцип работы электрофильтров

Способ электрической очистки газов от взвешенных частиц основан на явлении ионизации газовых молекул электрическим зарядом в электрическом поле. Газы как диэлектрики не проводят электрический ток. Однако при определенных условиях электропроводность газов наблюдается. Это связано с тем, что атомы или молекулы газа становятся электрически заряженными. Незначительное количество заряженных частиц всегда имеется в газе. Их появление связано с воздействием ультрафиолетовых и космических лучей, радиоактивных газов, высокой температуры и т. д. Если такой газ, содержащий некоторое количество носителей зарядов, поместить между электродами, соединенными с источником тока высокого напряжения, то ионы и электроны начнут двигаться в газе по силовым линиям поля. Направление движения каждого носителя заряда будет определяться величиной заряда, а скорость движения – напряженностью электрического поля. При достаточно большой напряженности поля (например около 16 кВ/см для воздуха при атмосферном давлении и комнатной температуре) движущийся носитель заряда приобретает столь высокую скорость, что, столкнувшись на своем пути с нейтральной газовой молекулой, способен выбить из нее один или несколько внешних электронов, превращая молекулу в положительный ион и свободный электрон. Вновь образовавшиеся ионы также приходят в движение под действием поля, производя дальнейшую ионизацию газа. Такая ионизация называется ударной ионизацией. Число образующихся при этом ионов и электронов возрастает лавинообразно, а при дальнейшем усилении поля ими заполняется все пространство между электродами, благодаря чему создаются условия для электрического разряда.

Наиболее распространенными и важными для электрической очистки газа являются искровой, дуговой и коронный разряды. Первые два вида разрядов могут возникать как в однородном, так и в неоднородном электрическом поле, являясь помехой в работе электрофильтра. Коронный разряд может возникать только в неоднородном электрическом поле и при определенных форме и расположении электродов. Коронный разряд используют для электрической очистки.

В электрофильтрах применяют два типа электродов:

а) электроды трубчатого электрофильтра (провод в цилиндрической трубе, рисунок 3.1а);

б) электроды пластинчатого электрофильтра (ряд проводов между пластинами, рисунок 3.1б).

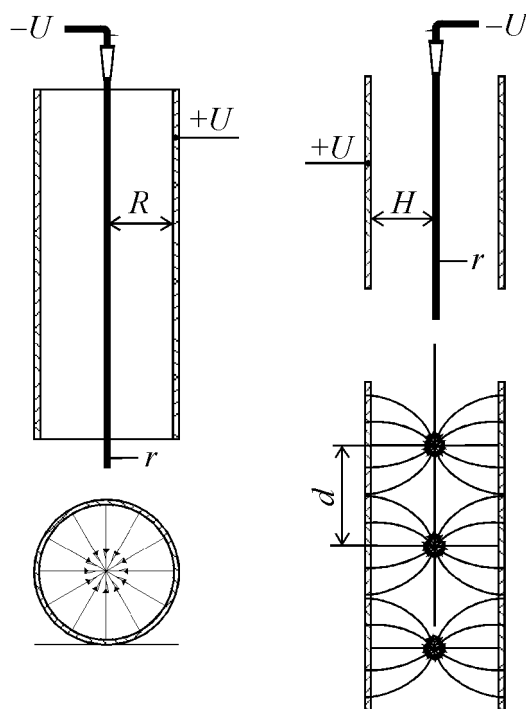


Рисунок 3.2— Основные системы электродов электрофильтров:

а – электрофильтр; б – пластинчатый электрофильтр; $+U$, $-U$ – приложенное к электродам напряжение; R – радиус трубчатого электрода; H – расстояние между проводом и пластинчатым электродом; d – расстояние между проводами; r – радиус провода.

Густота силовых линий поля, а следовательно, и напряженность поля намного больше у провода, чем у пластины или стенки трубы. Вследствие указанной неоднородности поля ударная ионизация, а затем и электрический разряд могут возникнуть у поверхности провода, когда напряженность поля в этой области достаточно высока, но не распространяется до другого электрода. По мере удаления от провода напряженность поля уменьшается и скорость движения электронов в газе становится уже недостаточной для поддержания лавинообразного процесса образования новых ионов. Электрический разряд такого незавершенного характера носит название коронного разряда. В результате образуются новые ионы, внешним проявлением чего являются голубовато-фиолетовое свечение вокруг провода, негромкое потрескивание и запах окислов азота и озона. Коронный разряд в зависимости от знака заряда на проводе может быть положительным или отрицательным. Внешне они различаются между собой характером свечения. Установлено, что при подаче на коронирующий электрод отрицательной полярности постоянного тока удается достичь улавливания пыли до 99 %, а при положительной – только до 70 %.

При отрицательной полярности представляется возможным держать напряжение до момента наступления искрового пробоя выше, чем при положительной полярности. Это позволяет иметь большой диаметр короны и более высокую напряженность поля, а следовательно, лучшую зарядку и осаждение частиц пыли.

Электрод, вокруг которого возникает коронный разряд, называется коронирующим электродом, второй электрод – осадительным электродом.

Напряженность поля, при которой возникает корона, называется критической напряженностью. Используется источник постоянного тока высокого напряжения. Через разделяющий электроды промежуток течет электрический ток, называемый током короны. Повышение напряжения возможно до величины, при которой электрическая прочность газового промежутка между электродами будет нарушена искровым или дуговым

электрическим разрядом, т. е. пока не наступит «пробой» междуэлектродного промежутка.

3.1.2 Принцип работы мокрого золоуловителя

Простейшим типом мокрого золоуловителя является центробежный скруббер (рисунок 3.2, а). Главным отличием его от сухого инерционного золоуловителя является наличие на внутренней стенке стекающей пленки воды. Отсепарированная за счет центробежных сил зола лучше отводится из скруббера в бункер, при этом уменьшается вторичный захват зольных частиц со стенки газовым потоком. Характер зависимостей описывается такими же теоретическими формулами, как и для сухих инерционных золоуловителей. Золоуловитель типа МП-ВТИ (мокропрутковый конструкции Всесоюзного теплотехнического института им. Ф. Э. Дзержинского) во входном патрубке 1 (рисунок 3.2, а) имеет шахматный пучок горизонтальных прутков диаметром 20 мм. Прутковые решетки орошаются водой, распыливаемой механическими форсунками, установленными по ходу очищаемых газов перед решетками. Улавливание золы в аппарате МП-ВТИ проходит две ступени: на орошаемых решетках за счет осаждения частиц золы и на внутренней орошаемой поверхности скруббера.

Эффективность золоулавливания составляет 88...90%. Недостатками золоуловителей МП-ВТИ кроме низкой эффективности золоулавливания являются следующие: возникновение отложений золы в прутковых пучках, что приводит к увеличению аэродинамического сопротивления и снижению нагрузки котла; повышенный расход воды для обеспечения нормального функционирования золоуловителя. Уральским отделением Союзтехэнерго совместно с ВТИ разработаны и внедрены на многих электростанциях более эффективные мокрые золоуловители с коагуляторами Вентури (рисунок 2, б). Основными достоинствами этих аппаратов являются стабильная степень очистки газов от золы, составляющая 94...96% при умеренном аэродинамическом сопротивлении (1100 -1300 Па), относительно

небольшие капитальные и эксплуатационные затраты, а также возможность работы на оборотной воде. Попытки осуществить питание аппаратов типа МП-ВТИ

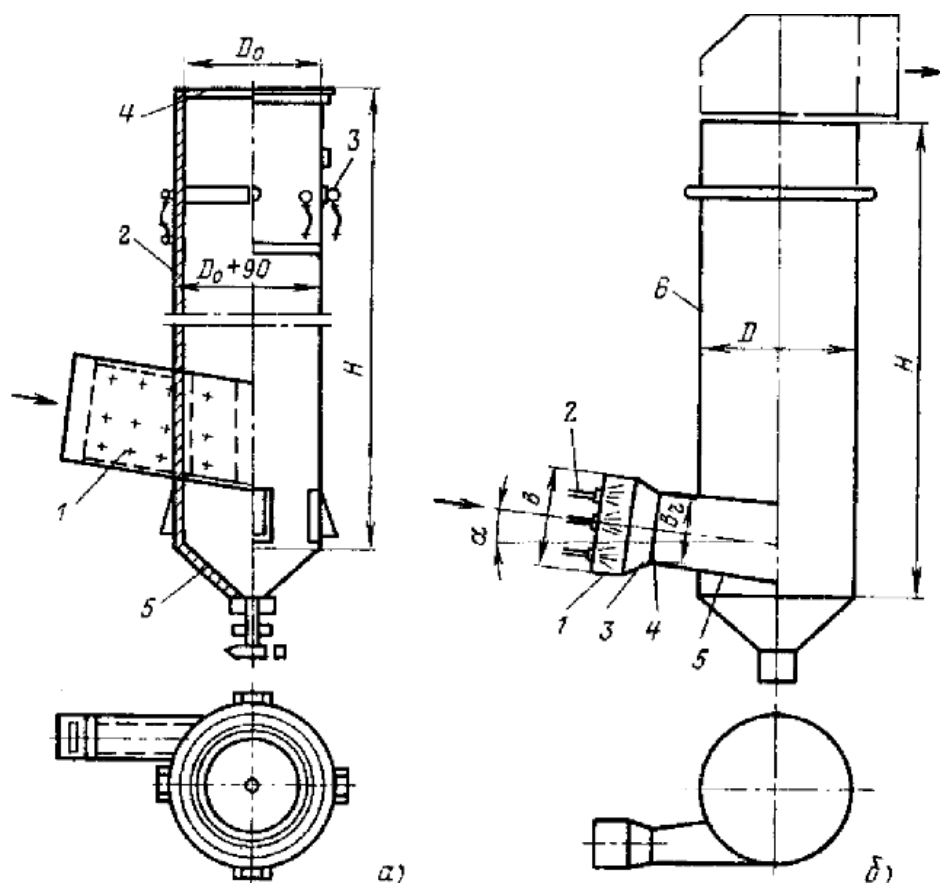


Рисунок 3.2 – Мокрые золоуловители: а - центробежный скруббер; 1 - входной патрубок запыленного газа; 2 - корпус золоуловителя; 3 - оросительные сопла; 4 - выход очищенного газа; 5 - бункер; б - золоуловитель с коагулятором Вентури; 1 - входной патрубок запыленного газа; 2 - подача воды через оросительные сопла; 3, 4, 5 -конфузор, горловина и диффузор коагулятора Вентури; 6 - скруббер-каплеуловитель

оборотной осветленной водой с золоотвала, чтобы избежать ее сброса в водоемы общего пользования, приводили к образованию в прутковых пучках трудноудаляемых минеральных отложений, серьезно нарушающих работу золоуловителя. При этом наблюдалось: падение степени очистки газов; возрастание аэродинамического сопротивления; появление интенсивного брызгоуноса. Коагуляторы Вентури могут устанавливаться как вертикально,

так и горизонтально с небольшим уклоном. Принцип работы мокрого золоуловителя с коагулятором Вентури заключается в следующем, рисунок 3.2, б. В конфузор 3 коагулятора через форсунки подается орошающая вода, которая дополнительно диспергируется (распыляется) скоростным газовым потоком на мелкие капли. Летучая зола при прохождении с дымовыми газами через коагулятор частично осаждается на каплях и на его орошаемых стенках. Далее капли и неуловленные частицы золы поступают в корпус аппарата - центробежный скруббер, где дымовые газы освобождаются капель и дополнительно очищаются от золы, после чего дымососом выбрасываются в атмосферу. Гидрозоловая пульпа сбрасывается через гидрозатвор в канал системы гидрозолоудаления (ГЗУ).

3.2 Расчет эффективности золоуловителей

3.2.1 Объем дымовых газов перед золоуловителем

$$V_{\text{дг}} = V_0 \cdot B \cdot \frac{t_{\text{дг}} + 273}{273}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}; \quad (3.1)$$

где $t_{\text{дг}}$ — температура дымовых газов на выходе из котла.

— теоретическое количество сухого воздуха, необходимого для полного сгорания топлива рассчитывается по формуле.

$$V_0 = 0,089(C^P + 0,375S^P) + 0,265H^P - 0,033O^P; \frac{\text{нм}^3}{\text{кг}} \quad (3.2)$$

Таблица 3.1 – Характеристики топлива Назаровское 2Б

W^P	A^P	S^P	C^P	H^P	N^P	O^P	Q_H^P
%	%	%	%	%	%	%	МДж/кг
39	7.9	0,4	37,2	2,5	0,5	12,5	12,85

$$V_0 = 0,089 \cdot (37,2 + 0,375 \cdot 0,4) + 0,265 \cdot 2,5 - 0,033 \cdot 12,5 = 3,61 \frac{\text{нм}^3}{\text{кг}}$$

— теоретический объем азота.

$$V_{N_2O} = 0,79V_0 + 0,008N^P; \frac{\text{нм}^3}{\text{кг}}; \quad (3.3)$$

$$V_{N_2O} = 0,079 \cdot 3,61 + 0,008 \cdot 0,5 = 0,29 \frac{\text{нм}^3}{\text{кг}};$$

– теоретический объем трехатомных газов.

$$V_{RO_2} = 1,866(C^P + 0,375S^P) \cdot 10^{-2}; \frac{\text{нм}^3}{\text{кг}}; \quad (3.4)$$

$$V_{RO_2} = 1,866 \cdot (37,2 + 0,375 \cdot 0,4) \cdot 10^{-2} = 0,69; \frac{\text{нм}^3}{\text{кг}};$$

– объем водяных паров.

$$V_{H_2O} = 0,111H^P + 0,0124W^P + 0,0161V_0 + 0,016(\alpha - 1)V_0; \frac{\text{нм}^3}{\text{кг}}; \quad (3.5)$$

где α – коэффициент избытка воздуха, $\alpha = 1,2$;

$$\begin{aligned} V_{H_2O} &= 0,111 \cdot 2,5 + 0,0124 \cdot 39 + 0,0161 \cdot 3,61 + 0,016 \cdot (1,2 - 1) \cdot 3,61 \\ &= 0,83 \frac{\text{нм}^3}{\text{кг}}; \end{aligned}$$

– удельный объем дымовых газов.

$$V_0^{\Gamma} = V_0(\alpha - 1) + V_{N_2O} + V_{RO_2} + V_{H_2O}; \frac{\text{нм}^3}{\text{кг}}; \quad (3.6)$$

$$V_0^{\Gamma} = V_0(\alpha - 1) + V_{N_2O} + V_{RO_2} + V_{H_2O}; \frac{\text{нм}^3}{\text{кг}}; \quad (3.7)$$

$$V_0^{\Gamma} = 3,61 \cdot (1,2 - 1) + 0,29 + 0,69 + 0,83 = 2,532 \frac{\text{нм}^3}{\text{кг}};$$

$$V_{дг} = 2,532 \cdot 17,6 \cdot \frac{120 + 273}{273} = 58,3 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Находим массу золы на выходе из котла.

$$M_3 = 10 \cdot B \left(A^P + \frac{Q_H^P}{32,7} \cdot q_4 \right) \alpha_{yH}; \frac{\text{г}}{\text{с}} \quad (3.8)$$

где принимаем $\alpha_{yH} = 0,80$ и $q_4 = 0,5\%$ - подставляем в процентах,

32,7 – теплота сгорания углерода, МДж/кг,

Q_H^P - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг,

A^P - зольность топлива на рабочую массу, %, подставляем в процентах

B - расход натурального топлива на один котел при номинальной нагрузке, кг/с (взято со станции $B = 63,5 \text{ т/ч} = 17,6 \text{ кг/с}$).

$$M_3 = 10 \cdot 17,6 \left(7,9 + \frac{12,85}{32,7} \cdot 0,5 \right) 0,80 = 1167,6 \text{ г/с.}$$

3.2.2 Расчет МЗУ

Определяем расчетную площадь проходного сечения

$$f_p = \frac{V_{дг}}{z \cdot u_{дг}}, \text{ м}^2 \quad (3.9)$$

где $V_{дг}$ - объем дымовых газов,

z - количество золоуловителей (2 и более, в зависимости от объема дымовых газов)

$u_{дг}$ - скорость газов в горловине трубы Вентури, в конфузоре пылегазовый поток разгоняется от 4...7 до 50...70 м/с, принимаем 60 м/с.

$$f_p = \frac{58,3}{2 \cdot 60} = 0,485 \text{ м}^2$$

Выбираем типоразмер и справочную площадь горловины трубы Вентури $f_{спр}$ по таблице 2.1.

Таблица 3.2– Типоразмер мокрого золоуловителя

Показатель	МС–3000
Расход газов через аппарат	96-115
Расход воды на орошение ЦС, т/ч	4,7
Площадь активного сечения КУ, м ²	6,60
Площадь горловины трубы Вентури, м ²	0,53

Определение фактической скорости в горловине трубы Вентури

$$u_{дг}^{\phi} = \frac{V_{дг}}{z \cdot f_{спр}}, \frac{м}{с}; \quad (3.10)$$

$$u_{дг}^{\phi} = \frac{58,3}{2 \cdot 0,53} = 55 \text{ м/с};$$

Определение удельного расхода воды q, кг/м³

Используя маркировку МЗУ МС-3000, температуру уходящих газов ($t_{дг}=130 \text{ }^{\circ}\text{C}$), а так же, учитывая, что допустимая температура за МЗУ составляет $70-75^{\circ}\text{C}$, $q=0,12 \text{ кг/м}^3$.

Определяем параметр золоуловителя

$$\Pi = \sqrt{q \cdot u_{дг}^{\phi}}, \quad (3.11)$$

$$\sqrt{0,12 \cdot 55} = 2,6$$

Определение показателей эффективности золоулавливания

$\varepsilon=e^{-\Pi}$ (по рисунку 3.1 зависимости проскока от параметра) $\eta=1-\varepsilon$

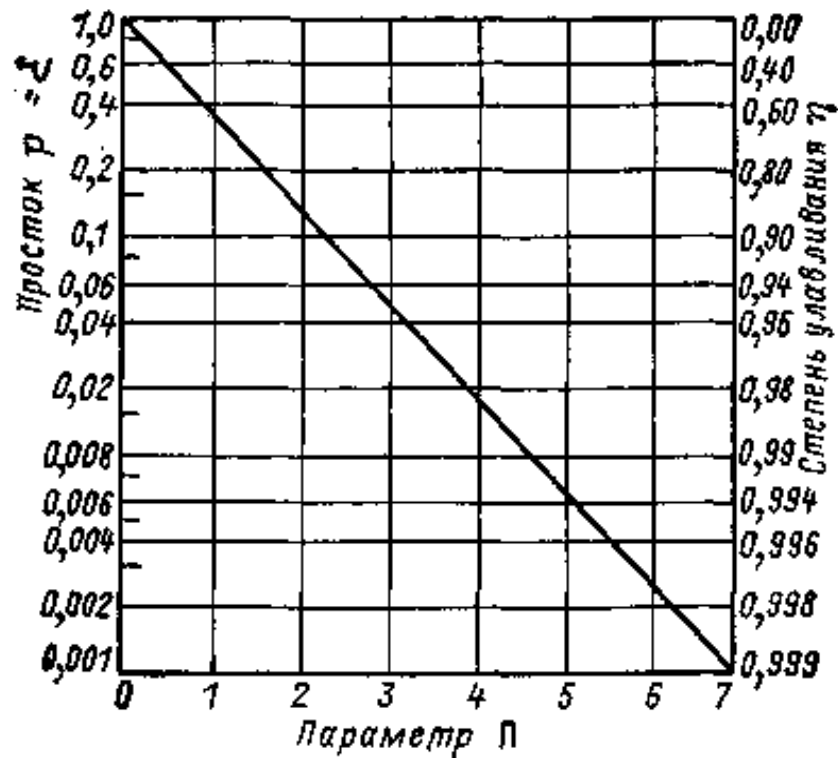


Рисунок 3.3 – Зависимость проскока p и степени улавливания η от параметра золоуловителя Π

Проскок при равномерном поле по рисунку 3.3 = 0,075, а степень улавливания $\eta = 0,925$.

Определение расхода воды на орошение.

$$G_B = 3,6 * q * V_{дг}, \text{ Т/ч} \quad (3.12)$$

$$G_B = 3,6 * 0,12 * 58,3 = 25,2 \text{ Т/ч}$$

Массовый выброс золы в атмосферу для МЗУ:

$$M_{ун} = M_3 (1 - \eta_{зуюкр}), \text{ Г/с}$$

$$M_{ун} = 1167,6 \cdot (1 - 0,925) = 87,57 \text{ Г/с}$$

Концентрация золы на выходе

$$C_{вых} = (M_{ун} * 10^3) / V_{дг}, \text{ мг/м}^3$$

$$C_{вых} = (87,57 * 10^3) / 58,3 = 1502 \text{ мг/м}^3$$

3.2.3 Расчет электрофилтра

Эффективность работы электрофилтра, согласно теории золоулавливания оценивается параметром золоулавливания Π . На основании обобщения данных испытаний отечественных электрофилтров было получено полуэмпирическое выражение для определения параметра золоулавливания при равномерном поле скоростей:

$$\Pi_p = 0,2 K_{yn} \sqrt{\frac{v}{u}} \frac{n L_n}{t} \quad (3.13)$$

где K_{yn} - коэффициент вторичного уноса;

v – скорость движения частиц к поверхности осаждения (скорость дрейфа), м/с;

u – средняя скорость движения потока газов, м/с, принимаем равной 1 м/с;

n – число полей;

L_n – длина одного поля, м;

t - расстояние между осадительными и коронирующими электродами, м. Коэффициент вторичного уноса определяется по выражению

$$K_{yn} = K_n K_{эл} K_{вс} [1 - 0,25(u - 1)] \quad (3.14)$$

где $K_n = \frac{7,5}{H}$ – который учитывает, что при увеличении высоты электрода H вторичный унос возрастает, $K_n = \frac{7,5}{14,4} = 0,52$;

$K_{вс}$ – коэффициент, учитывающий режим встряхивания. При периодическом встряхивании для трехпольного электрофилтра $K_{вс} = 1,3$;

$K_{эл}$ – коэффициент, учитывающий тип коронирующих электродов. Для современных электродов с фиксированными точками $K_{эл} = 1$.

Для установки принимаем электрофилтр типа ЭГВ

Таблица 3.3 – Характеристика электрофилтра типа ЭГВ

Типоразмер ЭФ	Активное сечение ЭФ, м ²	Площадь осаждения ЭФ, м ²	Длина коронир. элементов, м	Длина активной зоны, м	Габариты ЭФ L×B×H, м
ЭГВ 1-19- 7,5-4-3	62,3	2250	7430	7,68	14,1×11,52×14,4

$$K_{yn} = 0,52 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot (1 - 0,25(1 - 1)) = 0,678$$

Основное влияние на степень золоулавливания в электрофилт্রে оказывает скорость дрейфа (скорость осаждения) v .

Для упрощения расчетов скорости дрейфа для частиц определенного диаметра d применяется эффективная напряженность электрического поля $E_{эф}$, которая определяется по выражению

$$E_{эф} = K_{ок} E$$

В этой формуле средняя напряженность электрического поля E и коэффициент обратной короны $K_{ок}$ зависят от электрофизических свойств золы и могут быть количественно оценены критерием ВТИ:

$$K_{ф} = \frac{(Al_2O_3 + Si_2O_3) A^r}{(W^r + 9 \times H^r) S^r}$$

где Al_2O_3 и Si_2O_3 - содержание этих соединений в золе, % ;

A^r , W^r , H^r , S^r - состав топлива на рабочую массу, %.

$$K_{ф} = \frac{(30,5 + 10) \cdot 7,9}{(39 + 9 \cdot 2,5) \cdot 0,4} = 13$$

Значения E и $K_{ок}$ приведены в таблице 2.3

Для упрощения расчетов расщевку золы можно характеризовать средним медианным диаметром d_{50} , и тогда для определения скорости дрейфа используется уравнение:

$$v_i = 0,25(K_{ок} E)^2 d_{50}$$

Таблица 3.4 – Среднее значение напряженности электрического поля E и коэффициент обратной короны $K_{ок}$ для золы некоторых топлив России

Месторождение и марка топлива	E , кВ/м	$K_{ок}$
Канско-ачинский Б	280	1,0

Таблица 3.5 – Данные по характеристикам некоторых топлив и УЭС летучей золы

Месторождение	Марка топлива	Q_H^P , МДж/кг	A^P , %	W^P , %	S^P , %	Вид мельницы	Медианный размер частиц $d_{50} \times 10^6$, м	Средне-квадратичное отклонение δ
Назаровское	Б	12,85	7,9	39	0,4	ММТ	17	3,55

Для Назаровских бурых углей при размоле в мельницах типа ММТ средним медианным диаметром $d_{50}=17$ мкм, (данные испытаний).

$$v_i = 0,25(1 \cdot 280)^2 \cdot 17 \cdot 10^{-6} = 0,33 \text{ м/с}$$

$$P_p = 0,2 \cdot 0,678 \cdot \frac{3 \cdot 4,33}{0,2} \cdot \sqrt{\frac{0,33}{1}} = 5,1$$

Проскок при равномерном поле по рис. 3.1 $p = 0,006$, а степень улавливания $\eta = 0,994$.

Находим массу уловленной и выброшенной золы:

$$M_{ул} = M_3 \eta$$

$$M_{ун} = M_3(1 - \eta)$$

где η – КПД золоуловителя.

Для БЦУ:

коэффициент полезного действия БЦУ взят по данным действующего оборудования и составляет $\eta=0,94$;

$$M_{ул} = 1167,6 \cdot 0,94 = 1097,5 \text{ г/с},$$

$$M_{ун} = 1167,6 \cdot (1 - 0,94) = 70,1 \text{ г/с}.$$

Для электрофилтра:

$$M_{ул} = 1167,6 \cdot 0,994 = 1160,6 \text{ г/с},$$

$$M_{ун} = 1167,6 \cdot (1 - 0,994) = 7,01 \text{ г/с}.$$

Находим концентрацию золы перед золоуловителем и выброшенной золы на выходе из БЦ.

$$C_{вх} = \frac{M_z \cdot 10^3}{V_{дг}} \text{ мг/м}^3$$

$$C_{БЦ} = \frac{M_{ун} \cdot 10^3}{V_{дг}}, \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C_{вх} = \frac{1167,6 \cdot 10^3}{58,3} = 20027,4 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{БЦ} = \frac{M_{ун} \cdot 10^3}{V_{дг}}, \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C_{БЦ} = \frac{70,1 \cdot 10^3}{58,3} = 1202,4 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Для электрофилтра:

$$C_{ЭФ} = \frac{7,01 \cdot 10^3}{58,3} = 120,24 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Полученная степень очистки дымовых газов выше, чем у работающих на «Назаровской ГРЭС» батарейных циклонах и рассчитанных мокрых

золоуловителях. Выбранный тип электрофильтров ЭГВ 1-19-7,5-4-3 соответствует необходимой степени очистки дымовых газов.

Электрофильтры типа ЭГВМ Э – электрофильтр; Г – горизонтальный; В – модификации; М-модернизация. Цифры после букв: первая – количество секций; вторая – количество газовых проходов, третья – номинальная высота электродов (м), четвертая – количество элементов в осадительном электроде, пятая – количество электрических полей по длине электрофильтра; А и У – означают, что комплект механического оборудования электрофильтра типа ЭГВМ может быть установлен в корпусе электрофильтра соответственно ЭГА и УГ при их реконструкции. Электрофильтры типа ЭГВМ предназначены для очистки от пыли невзрывоопасных технологических газов и аспирационного воздуха температурой до 330°C, разряжением до 5 кПа. Применяются на предприятиях энергетической промышленности, черной и цветной металлургии, промышленности строительных материалов и других отраслей народного хозяйства. Электрофильтры – одно- или двухсекционные аппараты прямоугольной формы с наружной теплоизоляцией; состоят из 2-8 электрических полей, установленных последовательно по ходу газа. Активная зона электрофильтра состоит из пластинчатых осадительных электродов и коронирующих электродов. Осадительные электроды каждого поля, размещенные параллельно оси входа газа, делят поперечное сечение электрофильтра на отдельные газовые проходы, по центру которых расположены коронирующие электроды. Модернизированные электрофильтры типа ЭГВМ могут изготавливаться с высотой электродов до 18 м, иметь площадь активного сечения до 545 м² и производительность до 1965000 м³/ч при условной скорости газа 1 м/с. Коронирующие электроды установлены на рамах подвеса, которые опираются на изоляторы, расположенные в ригелях корпуса. Шаг по осям одноименных электродов для базового типоразмера 460 мм. Такой шаг между электродами позволяет установить максимальное количество электродов в корпусах электрофильтров типа УГ, ЭГА обеспечить наибольшее активное сечение и снизить массу внутреннего оборудования по сравнению с электрофильтрами типа УГ и ЭГА. По заявке заказчика, может

быть изготовлен электрофильтр с другими межэлектродными промежутками. Удаление уловленной пыли с электродов и газораспределительных решеток – механическое с периодическим встряхиванием их ударами молотков. Массовая концентрация пыли на выходе из электрофильтра может составлять не более 50 мг/нм^3 при правильном выборе типоразмера аппарата.. Сейсмичность района установки не более 7 баллов. Электрофильтры комплектуются современными коронирующими электродами в зависимости от свойств улавливаемой пыли, надежными мотор -редукторами с частотным регулированием оборотов вала механизма встряхивания электродов, агрегатами питания с усовершенствованными регуляторами, автоматической системой контроля и управления электрофильтром.

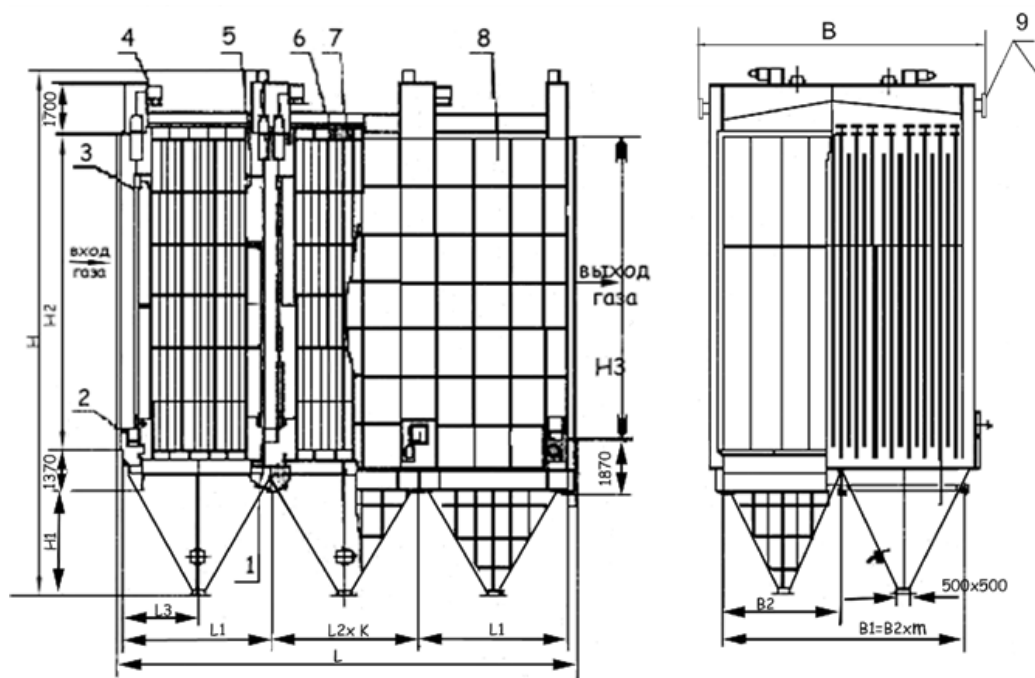


Рисунок 3.4 – Электрофильтры типа ЭГВ

- 1 – механизм встряхивания осадительных электродов; 2 – люк обслуживания;
 3 – газораспределительная решетка; 4 – защитная коробка для подвода тока;
 5 – механизм встряхивания коронирующих электродов; 6 – коронирующий электрод; 7 – осадительный электрод; 8 – корпус; 9 – токоподводы

3.3 Анализ и обоснование предложенного варианта для замены золоулавливающего оборудования Назаровской ГРЭС

В результате предложенного варианта мероприятий по замене устаревшего и низкоэффективного газоочистного оборудования (БЦУ) на новое (ЭФ) получаем большой экологический эффект от снижения выбросов золы в атмосферу и экономический эффект за счет снижения платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и длительный срок работы без ремонтов.

В качестве электрофильтра принят ЭГВ 1-19-7,5-4-3, он имеет улучшенные характеристики с предыдущей модификацией электрофильтров. У него увеличена высота электродов, что позволяет увеличить площадь для осаждения золовых частиц при относительно не большой ширине электрофильтра.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б4А1	ГрубенкоАндрея Анатольевича

Инженерная школа энергетики		Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» :	
<ul style="list-style-type: none"> Стоимость ресурсов материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих 	Оклад инженера 21760 р Оклад руководителя 24960р Норматив платы за выбросы=15,1 р.
<ul style="list-style-type: none"> Нормы и нормативы расходования ресурсов 	Норма амортизации 33,3%
<ul style="list-style-type: none"> Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования 	Отчисления во внебюджетные фонды 30% Коэффициент, учитывающий инфляцию — $K_{инф}=1,04$
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<ul style="list-style-type: none"> Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения 	Анализ конкурентных технических решений;
<ul style="list-style-type: none"> Планирование и формирование бюджета научных исследований 	Планирование работ; Разработка диаграммы Ганта; Смета затрат на проектирование.
<ul style="list-style-type: none"> Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования 	Составление сметы затрат на оборудование Определение величины платежей за выбросы Расчета простого срока окупаемости.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<ul style="list-style-type: none"> Оценочная карта для сравнения конкурентоспособности электрофильтров Диаграмма Ганта. Смета затрат на оборудование 	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОСГН ШБИП	Потехина Нина Васильевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4А1	ГрубенкоАндрей Анатольевич		

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

На Назаровской ГРЭС сжигается уголь Назаровского месторождения марки Б. Для улавливания золовых частиц, при постройке станции во второй половине XX столетия, проектировались и были установлены батарейные циклонные уловители (БЦУ) с коэффициентом полезного действия 95%. После длительной работы оборудование изношено и морально устарело. Требуется его замена на более эффективные золоуловители с коэффициентом полезного действия 99%, что позволит сократить плату за выбросы золовых частиц от сжигаемого топлива в атмосферу.

Целью раздела является расчет срока окупаемости установки электрофильтра с высоким коэффициентом очистки дымовых газов. Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи: планирование работ в рамках разрабатываемого проекта, расчет бюджета проекта и расчет срока окупаемости проекта.

4.1 Анализ конкурентоспособности

Чтобы выполнить замену зоотчисного оборудования на Назаровской РГЭС, нам необходим электрофильтр. Критерий выбора электрофильтра является эффективность очистки газов и цена. Проведем выбор среди имеющихся производителей электрофильтров это: «Ранком Энерго», «Кондор эко» и НПО Фигро.

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок) представлена в таблице 4.1, 4.2

Таблица 4.1- Оценочная карта для сравнения конкурентоспособности электрофильтров

Производит ель	Степе нь очистк и	Наличие сертифи ката	Продолжитель ность работы на рынке	После продажное обслужива ние	Цена	Сумма
«Ранком Энерго»	7	8	7	8	5	
«Кондор эко»	8	8	7	7	7	
НПО Фигро	9	8	7	8	8	
Важность (b _i)	4	4	2	3	5	18
Вес (W _i)	0,22	0,22	0,11	0,17	0,28	1

Таблица 4.2- Оценочная карта для сравнения конкурентоспособности электрофильтров

Производит ель	Степе нь очистк и	Наличие сертифик ата	Продолжительн ость работы на рынке	Послепродаж ное обслуживани е	Цен а	Сум ма
«Ранком Энерго»	1,56	1,78	0,78	1,33	1,39	6,83
«Кондор эко»	1,78	1,78	0,78	1,17	1,94	7,44
НПО Фигро	2,00	1,78	0,78	1,33	2,22	8,11

Анализ по оценочной карте показал, что наиболее выгодным решением для закупки оборудования является производитель НПО Фигро . Данный электрофильтр имеет довольно высокий КПД, что обеспечит нам нужную очистку дымовых газов и стоимость минимальная при одинаковых характеристиках.

4.2 Планирование работ и оценка времени их выполнения

Все этапы разработки должны быть упорядочены во времени. Необходимо определить последовательность работ, являющуюся наиболее рациональной с точки зрения минимальных затрат времени на осуществление всего комплекса работ.

Планирование работы заключается в следующем: составление перечня работ, необходимых для достижения поставленной задачи; определение участников работы; установление продолжительности работы в рабочих днях; построение линейного или сетевого графика и его оптимизации.

Для реализации работы над НИР вся работа должна быть поделена на временные отрезки. Должна быть осуществлена примерная оценка максимального времени работы над задачей и минимальное время.

Для небольших работ целесообразно применять линейный график. Для определения ожидаемого значения продолжительности работы применяют формулу, основанную на использовании двух оценок:

$$t_{ож} = \frac{(3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max})}{5},$$

где t_{\min} - время, необходимое для выполнения работы при неблагоприятных условиях;

t_{\max} - время, необходимое для выполнения работы при благоприятных условиях.

Пример для постановки задачи:

$$t_{ож} = \frac{(3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max})}{5} = \frac{(3 \cdot 1 + 2 \cdot 1)}{5} = 1$$

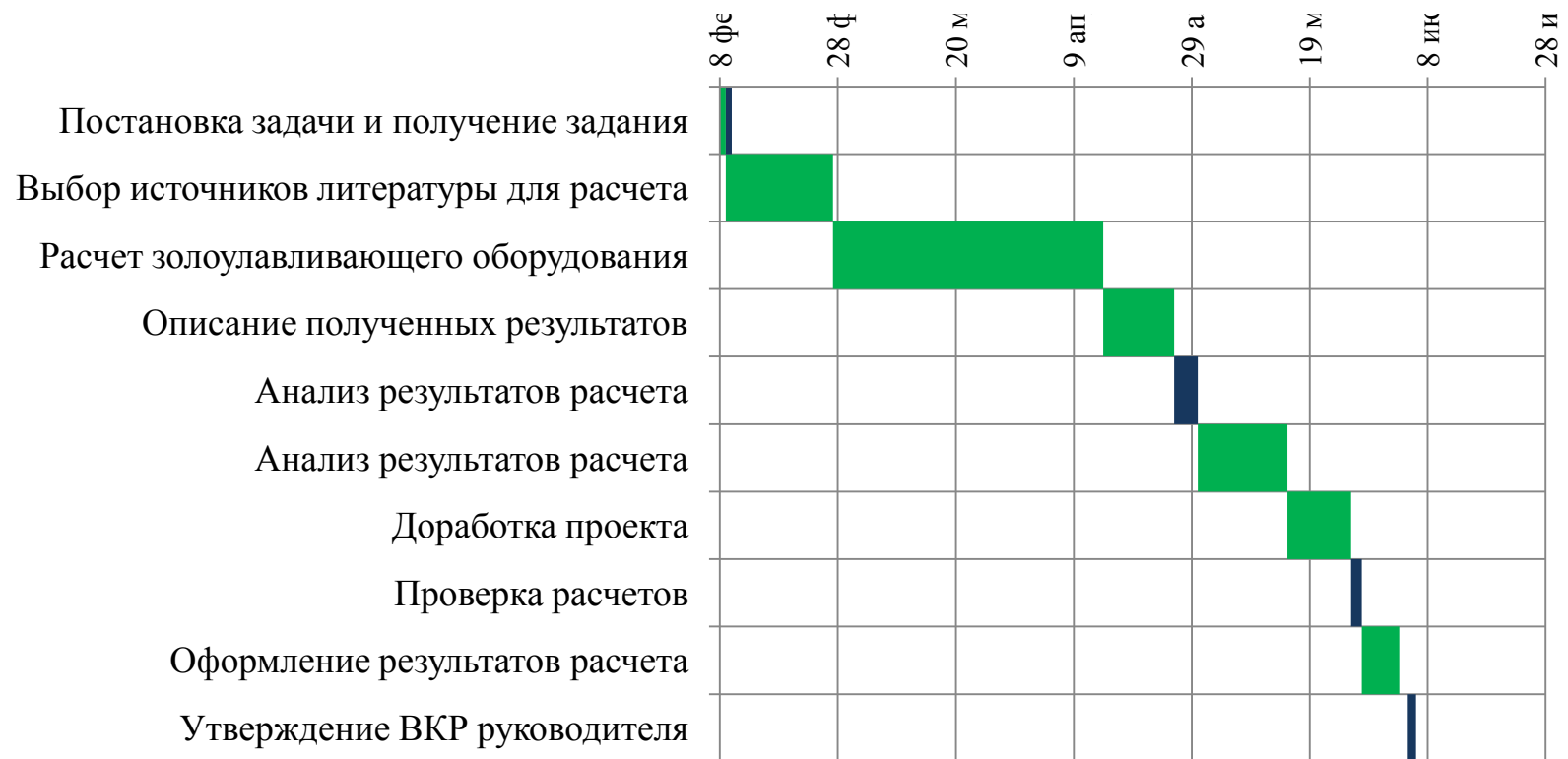
Перечень работ, исполнители, а также оценка трудоемкости отдельных видов работ приводится в таблице 4.3.

Таблица 4.3- Трудоемкость работ

Исполнители работы	Трудоемкость работ,			Длительность работ, дни		Должность исполнителя
	tmin	tmax	тож	Тр	Тк	
Постановка задачи и получение задания	1	1	1	1	1	Научный руководитель
	1	1	1	1	1	Инженер
Выбор источников литературы для расчета	20	17	18	15	18	Инженер
Расчет золоулавливающего оборудования	50	43	46	38	46	Инженер
Описание полученных результатов	15	10	12	10	12	Инженер
Анализ результатов расчета	7	2	4	3	4	Научный руководитель
	20	12	15	12	15	Инженер
Доработка проекта	15	8	11	9	11	Инженер
Проверка расчетов	3	1	2	1	2	Научный руководитель
Оформление результатов расчета	10	4	6	5	6	Инженер
Утверждение ВКР руководителя	2	1	1	1	1	Научный руководитель
Итого:	144	100	118	96	118	Инженер

Для иллюстрации плана графика работ по исследованию построим диаграмму Ганта

Диаграмма Ганта исследования представлена на рисунке 4.1



	Работа инженера(дни)
	Работа научного руководителя (дни)

Рисунок 4.1 - Диаграмма Ганта исследования

4.3 Смета затрат на проектирование

4.3.1 Капитальные вложения в проект определяются по следующей формуле:

$$K_{np} = K_{mat} + K_{ам} + K_{зн} + K_{со} + K_{np} + K_{нр}, \text{ руб} \quad (4.1)$$

где K_{mat} – материальные затраты, руб.;

$K_{ам}$ – амортизация компьютерной техники, руб.;

$K_{зн}$ – затраты на заработную плату, руб.;

$K_{со}$ – затраты на социальные нужды;

K_{np} – прочие затраты, руб.;

$K_{нр}$ – накладные расходы, руб.

4.3.2 Материальные затраты

В данной работе к материальным затратам относятся затраты на канцелярские товары, была приобретена бумага и канцелярские принадлежности на сумму 3100 руб.

4.3.3 Амортизация основных фондов и нематериальных активов

При разработке проекта использовали компьютерную технику, в связи с этим необходимо рассчитать амортизацию от ее использования.

Стоимость компьютера составила 45000 руб.

Затраты на амортизацию основных фондов рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{ам} = \frac{T_{исп.об}}{T_{кал}} \cdot Ц_{об} \cdot \frac{1}{T_{сл}}, \text{ руб} \quad (4.2)$$

где $T_{исп.об}$ – время использования компьютерной техники,

$T_{кал}$ – календарное время, (365 дней);

$C_{об}$ – стоимость техники, руб.;

$T_{сл}$ – срок службы компьютерной техники, 3 лет;

$$K_{ам} = \frac{118}{365} \cdot 45000 \cdot \frac{1}{3} = 4828,0 \text{ руб}$$

4.3.4 Затраты на заработную плату

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле (для студента)

$$З_{дн} = \frac{З_{м(инженера)} \cdot M}{F_{д}} = \frac{21760 \cdot 10,4}{243} = 931,3 \text{ руб}$$

где, $З_{м(ИНЖЕНЕР)} = 21760$ руб. оклад инженера;

$M = 10,4$ мес – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$F_{д} = 243$ дня - годовой фонд рабочего времени;

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле

$$З_{дн} = \frac{З_{м(руководителя)} \cdot M}{F_{д}} = \frac{24960 \cdot 10,4}{243} = 1068,25 \text{ руб}$$

где, $З_{м(руководителя)} = 24960$ руб – оклад руководителя (старшего преподавателя);

Затраты на заработную плату:

$$З_{п} = З_{осн} + З_{доп}, \text{ руб} \quad (4.3)$$

$З_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.

Заработная плата основная:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_{р} \cdot (1 + K_{пр} + K_{д}) \cdot K_{р}, \text{ руб} \quad (4.4)$$

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.

$K_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (0,3- 0);

$K_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,5);

$K_{\text{р}}$ – районный коэффициент (для Томска 1,3);

$K_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дни.

Таблица 4.4 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$K_{\text{пр}}$	$K_{\text{д}}$	$K_{\text{р}}$	Тр	$Z_{\text{осн}}$
Инженер	931,3	0,1	0,2	1,3	90	141133,5
Научный руководитель	931,3	0,3	0,3	1,3	6	10796,9
Итого:						151930,4

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

$$Z_{\text{дон}} = 0,1 \cdot 151930,4 = 15193,04 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату

$$Z_n = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дон}} = 151930,4 + 15193,04 = 167123,4 \text{ руб.}$$

4.3.5 Затраты на социальные отчисления

Данная статья отражает обязательные отчисления по установленным законодательным нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования.

Затраты на социальные нужды рассчитываются как доля 30% от затрат на оплату труда:

$$K_{\text{со}} = 0,3 \cdot Z_n, \text{ руб.} \quad (4.3)$$

$$K_{\text{со}} = 0,3 \cdot 167123,4 = 50137 \text{ руб.}$$

4.3.6 Накладные расходы

При выполнении данного исследования учитывают прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

Накладные расходы рассчитываются как 16 % от затрат.

$$K_{np} = 0,16 \cdot (K_{\text{мат}} + K_{co} + K_{zn} + K_{ам}), \text{руб.} \quad (4.5)$$

$$K_{np} = 0,16 \cdot (3100 + 4828,0 + 167123,4 + 50137,0) = 36030,2 \text{ руб.}$$

4.3.7 Суммарные затраты на проект составили:

$$K_{np} = 3100 + 167123,4 + 4828 + 50137 + 36060,2 = 264218,7 \text{ руб}$$

Таблица 4.5 – Смета на проектирование

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	3100,0	1,19%
Затраты на основную заработную плату	151930,4	58,16%
Затраты на дополнительную заработную плату	15193,0	5,82%
Амортизация основных средств	4828,0	1,85%
Страховые взносы	50137,0	19,19%
Накладные расходы	36030,2	13,79%
Итого	261218,7	100%

В ходе планирования научно-исследовательской работы выявлено, что общая работа над проектом займет 118 календарных дня из них 96 рабочих, из которых 90 дней работал инженер и 6 дней работал руководитель.

Общий бюджет исследования составил 261218,7 руб.

4.4 Смета затрат на реализацию проекта

4.4.1 Смета затрат

Для реализации проекта необходимо демонтировать имеющееся оборудование (БЦУ), закупить новое (электрофильтр марки ЭГВ 1-19-7,5-4-3) и установить его (стоимость монтажных работ принята 20% от суммарной стоимости оборудования).

Таблица 4.6 – Смета затрат на оборудование

Элементы затрат	Стоимость , млн.руб
Демонтаж существующего газоочистного оборудования	1,13
Приобретение электрофильтра	19,54
Монтажные и пусконаладочные работы	3,908
Затраты на проект	0,2612187
Итого	24,839

4.4.2 Оценка экономического эффекта

Экономический эффект от замены газоочистного оборудования заключается в уменьшении платы за выбросы золовых частиц от сжигаемого топлива в атмосферу.

При расчете платы учитываются следующие нормативы: коэффициент экологической значимости – $K_{\text{экол}}=1,6$; дополнительный коэффициент – $K_{\text{доп}}=1,2$; коэффициент, учитывающий инфляцию – $K_{\text{инф}}=1,04$ (Постановлением правительства РФ от 29.06.2018 №758 установлено, что в 2019 году применяются ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду, утвержденные данным документом, установленные на 2018 год, с использованием дополнительно к иным коэффициентам 1,04), норматив платы – $N_{\text{платы}}=15,1$ руб/т (Постановление правительства РФ от 13.09.2016 №913 (ред. От 29.06.2018) «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентов»).

$$Pl_{\text{выбр}} = K_{\text{экол}} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{инф}} \cdot N_{\text{платы}} \cdot M_{\text{ТВ}}^{\Gamma} \cdot \frac{\text{руб}}{\text{год}} \quad (4.6)$$

где $M_{\text{ТВ}}^{\Gamma}$ – годовая масса твердых веществ выбрасываемых в атмосферу, т/год.

Плата за ПДВ за выбросы золы с энергоблока со старым газоочистным оборудованием в час и в год (оборудование в год работает 6500 часов):

$$Pl_{\text{выбр}} = 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,04 \cdot 15,1 \cdot \frac{70,1 \cdot 1000}{3600} \cdot 6500 = 5137301,87 \text{ руб./год};$$

Плата за ПДВ за выбросы золы с энергоблока после проведения мероприятий по замене оборудования в час и в год:

$$Pl_{\text{выбр}} = 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,04 \cdot 15,1 \cdot \frac{7,01 \cdot 1000}{3600} \cdot 6500 = 381628,14 \text{ руб./год}.$$

4.4.3 Годовой экономический эффект

Экономический эффект от замены газоочистного оборудования определяется разницей платы за выбросы до замены оборудования и после:

$$\mathcal{E}_{год} = \Pi_{выбр}^{до} - \Pi_{выбр}^{после} = 5137301,87 - 381628,14 = 4755673,73 \text{ руб/год.}$$

При замене газоочистного оборудования на Назаровской ГРЭС, годовой экономический эффект составит 4755673,73 рублей в год.

4.4.4 Простой срок окупаемости проекта

$$T = \frac{Z_{об}}{\mathcal{E}_{год}} = \frac{24,839 \cdot 10^6}{4755673,73} = 5 \text{ лет } 3 \text{ месяца}$$

Анализ конкурентоспособности показал, что наиболее предпочтительным является покупка электрофильтра НПО Фигро . Общая величина капиталовложения в установку электрофильтра составила 24,839 млн .руб , эксплуатационные издержки: 0,26 млн.руб. Срок окупаемости 5 лет 3 месяцев, что является приемлемым для предприятия.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б4А1	Грубенко Андрей Анатольевич

Инженерная школа энергетики		Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Характеристика объекта исследования (вещество, материал, рабочая зона) и области его применения	Замена золоулавливающего оборудования на Назаровской ГРЭС
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	1. Специальные правовые нормы трудового законодательства; 2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 2.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	Вредные факторы: 1. Отклонения показателей микроклимата; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Превышение уровня шума; 4. Повышенный уровень электромагнитных излучений; Опасные факторы: 1. Электрический ток.
3. Экологическая безопасность	Источники выбросов в атмосферу; Образование сточных вод и отходов.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Вероятные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Алексеев Н.А.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б4А1	Грубенко Андрей Анатольевич		

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Тема корпоративной социальной ответственности (КСО) приобретает особую актуальность не только в мире, но и в России, поскольку она представляет собой принципиально новую модель ведения бизнеса при взаимодействии с обществом. В настоящее время успех ведения бизнеса во многом связан с его оценкой со стороны общества, которая может быть, как позитивной, так и негативной. Повышение роли бизнеса в общественном развитии требует его открытости и прозрачности.

Социальную роль бизнеса, с одной стороны, можно рассматривать по отношению его субъектов к качеству предоставляемых обществу товаров, работ или услуг, к способам их предоставления, для оказания благоприятного воздействия на потребителя, когда потребление не приносит вреда их жизни и здоровью. С другой стороны, социальную ответственность бизнеса можно оценить по масштабам участия в общественной деятельности и объемам реализации различных благотворительных программ.

Как особый, комплексный вид деятельности, КСО включает в себя ряд направлений:

1) принципы корпоративного управления, предполагающие подотчетность корпорации за финансово-хозяйственные результаты своей деятельности перед множеством акционеров;

политика в отношении персонала, направленная на заботу об экономическом и социальном благополучии сотрудников корпорации;

ответственность перед потребителем путем предоставления ему качественной продукции и достаточной информации о ней;

ответственные отношения с партнерами за счет добросовестного исполнения обязательств, построения долгосрочных, взаимовыгодных отношений;

социальная политика, включающая в себя реализацию социальных программ, благотворительность, участие в решении социальных проблем и другие добровольные действия, направленные на улучшение жизни общества;

охрана окружающей среды путем снижения на нее негативного воздействия, как побочного результата ведения бизнеса.

Соблюдение правил и норм по безопасности жизнедеятельности позволяет улучшить и облегчить условия труда, обеспечить широкие возможности для высокопроизводительной работы.

Деятельность российских предприятий по реализации в своей деятельности принципов КСО оказывает благоприятное влияние на процессы социального развития в стране. Результатами социальной ответственности российского бизнеса для общества можно считать: получение корпоративной пенсии в дополнении к государственной; развитие добровольного медицинского страхования, со стороны российских компаний, осуществляющих около 85% взносов в фонды ДМС; содействие образованию и повышению квалификации сотрудников компании; реализация мероприятий по поддержанию здоровья на рабочем месте; организация досуга и отдыха; решение жилищных вопросов. В настоящее время около 75% поступлений в благотворительные фонды осуществляют крупные компании.

Назаровская ГРЭС, как одна из крупнейших станций региона уверенными темпами внедряет принципы корпоративной и социальной ответственности. К примерам моей работе подразумевается замена золоулавливающего оборудования для котла ПК-38. Что это может дать городу при росте потребности в электроэнергии?

Если смотреть на экологическую ситуацию в городе, то при увеличении отпуска электроэнергии от станции без увеличения нагрузки котла, уменьшит золовые выбросы в окружающую среду.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Промышленная санитария

Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96

"Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21)

Показатели микроклимата производственных помещений, рабочих мест санитарным правилам.

Показатели характеристик микроклимата производственных помещений:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3°C;

перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать:

- при категориях работ Ia и Ib - 4°C;
- при категориях работ IIa и IIб - 5°C;
- при категории работ III - 6°C.

При этом абсолютные значения температуры воздуха не должны выходить за пределы величин для отдельных категорий работ.

При температуре воздуха на рабочих местах 25°С и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы:

- 70 % - при температуре воздуха 25°С;
- 65 % - при температуре воздуха 26°С;
- 60 % - при температуре воздуха 27°С;
- 55 % - при температуре воздуха 28°С.

При температуре воздуха 26 - 28°С скорость движения воздуха для теплого периода года, должна соответствовать диапазону:

- 0,1 - 0,2 м/с - при категории работ Ia;
- 0,1 - 0,3 м/с - при категории работ Ib;
- 0,2 - 0,4 м/с - при категории работ IIa;
- 0,2 - 0,5 м/с - при категориях работ IIб и III.

Допустимые микроклиматические условия не оказывают нарушений или повреждений состояния здоровья в течение 8 - часовой рабочей смены, но могут привести к ухудшению самочувствия и снижению работоспособности.

При невозможности устранить неблагоприятное воздействие микроклимата из-за технологических требований к производственному процессу или экономической нецелесообразности считаются вредными или опасными. Для снижения неблагоприятного воздействия микроклимата используются: системы местного кондиционирования, воздушного душирования, перерывы в работе, спецодежда, средства индивидуальной защиты, помещения отдыха, дополнительный отпуск, сокращение рабочего времени.

5.1.2 Освещенность производственных помещений

По нормам СанПиН освещенность производственных помещений должна соответствовать нормам т.к. она один из важных факторов приводящий

к снижению профессиональных заболеваний и травм. При соответствующей освещённости снижается утомляемость зрения, которая напрямую связана с качеством выполняемых работ и снижает риск травматизма.

От степени освещенности напрямую зависит не только здоровье глаз и работоспособность человека, но еще и его физическое и психоэмоциональное состояние.

В производственных помещениях используется три вида освещения:

- естественное (источником его является солнце);
- искусственное (использование только искусственных источников света);
- совмещенное, или смешанное (сочетание естественного и искусственного освещения).

Естественное освещение помещений

Естественное освещение создается природными источниками света — прямыми солнечными лучами и диффузным светом небосвода (от солнечных лучей, рассеянных атмосферой). Естественное освещение является биологически наиболее ценным видом освещения, к которому максимально приспособлен глаз человека.

В производственных помещениях используются следующие виды естественного освещения:

- боковое - через светопроемы (окна) в наружных стенах;
- верхнее - через световые фонари в перекрытиях;
- комбинированное - через световые фонари и окна.

Искусственное освещение помещений

Искусственное освещение на промышленных предприятиях осуществляется лампами накаливания и газоразрядными лампами, которые являются источниками искусственного света.

В зданиях с недостаточным естественным освещением применяют совмещенное освещение - сочетание естественного и искусственного света.

Искусственное освещение в системе совмещенного освещения может функционировать постоянно (в зонах с недостаточным естественным освещением) или включаться с наступлением сумерек.

Необходимые уровни освещенности нормируются в соответствии со СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» в зависимости от точности выполняемых производственных операций, световых свойств рабочей поверхности и рассматриваемой детали, системы освещения.

В производственных помещениях применяется общее и комбинированное (общее и местное) освещение:

- общее - для освещения всего помещения;
- комбинированное - для увеличения освещения только рабочих поверхностей или отдельных частей оборудования.

Применение одного только местного освещения внутри зданий не допускается.

В зависимости от функционального назначения искусственное освещение подразделяют на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное и дежурное.

Рабочее освещение обязательно для всех помещений и освещаемых территорий для обеспечения нормальной работы, прохода людей и движения транспорта.

Аварийное освещение устраивается для продолжения работы в тех случаях, когда внезапное отключение рабочего освещения (при аварии) и связанное с этим нарушение нормального обслуживания могут вызвать взрыв, пожар, отравление людей, длительное нарушение технологического процесса и т.п., т.е. те ситуации, в которых недопустимо прекращение работ. Аварийное освещение должно обеспечивать не менее 5% освещенности рабочих поверхностей от нормируемой при системе общего освещения, но не менее 2 лк (люкс) внутри здания и 1 лк для территорий предприятия.

Эвакуационное освещение следует предусматривать для эвакуации людей из помещений при аварийном отключении рабочего освещения в местах,

опасных для прохода людей, на лестничных клетках, вдоль основных проходов в производственных помещениях, в которых работают более 50 человек.

Эвакуационное освещение должно обеспечивать освещенность в помещениях, освещенность пола основных проходов и ступенек не менее 0,5 лк. а на открытых территориях — 0,2 лк. Выходные двери общественных помещений общественного назначения, в которых могут находиться более 100 человек, должны быть отмечены световыми сигналами-указателями.

Светильники аварийного освещения для продолжения работы присоединяются к независимому источнику, а светильники для эвакуации людей — к сети независимо от рабочего освещения.

В нерабочее время, совпадающее с темным временем суток, зачастую необходимо обеспечить минимальное искусственное освещение для несения дежурств и охраны.

Для охранного освещения площадок предприятий и дежурного освещения помещений выделяется часть светильников рабочего или аварийного освещения. Наименьшая освещенность в ночное время — 0,5 лк.

Электрическими источниками света являются лампы накачивания, энергосберегающие и газоразрядные лампы.

Основными параметрами электрических источников света являются номинальные значения напряжения (В), мощности (Вт), светового потока (лм), световой отдачи (лм/Вт) и срока службы (ч). Эти параметры устанавливаются соответствующими ГОСТами.

5.1.3 Системы вентиляции производственных помещений

Система состоит из технических средств, которые создают правильный воздухообмен и удаляют избыточную влагу, вредные газы, излишнее тепло.

Создавая при этом благоприятный микроклимат в рабочих помещениях. Для создания в производственных помещениях продуктивной вентиляции, учитывающей особенность помещения и производственных факторов

(загазованность, температура) специалисты рассчитают и подбирают необходимый вид вентиляции.

Виды вентиляций:

- Аспирация. Удаление газов и пыли что образуются во время работы оборудования.
- Дымоудаление. Во время пожара убережёт от удушья угарным газом.
- Приточная – вытяжная вентиляция. Удаляет, очищает, а также насыщает очищенным воздухом производственные помещения.

5.1.4 Защита персонала от вредных воздействий производственной вибрации, шума.

Шум и вибрация, ещё один из вредных факторов, воздействующих на персонал, работников ПСХ.

Часть рабочего времени рабочие находятся в отдельных помещениях за закрытыми дверьми. При обходе и подготовке к сдаче смены оборудования распределяется по очередности и по времени, а также используются средства индивидуальной защиты (беруши, наушники) для сокращения воздействия на работника вредных условий.

Результатом неблагоприятного действия шума и вибрации на рабочий персонал: снижается устойчивость ясного видения и острота зрения, нарушения вестибулярного аппарата и функций желудочно-кишечного тракта, повышается внутри черепное давление. В следствии нарушается восприятие информации, правильность работ и в результате качество работ падает и увеличивается риск травматизма на рабочем месте.

Устранение вредного воздействия шума на человека в производственных условиях достигается рядом мер, в соответствии с ГОСТ

12.1.003ССБТ:

- рациональное размещение оборудования;
- строительно-акустические мероприятия;

- экранирование площадок обслуживания оборудования;
- дистанционное управление шумным оборудованием;
- звукоизоляция рабочего места и оборудования;
- применение средств индивидуальной защиты.

5.2 Опасные факторы

5.2.1 Электробезопасность

Требования электробезопасности направлены на охрану жизни и здоровья персонала от воздействия на них электрического тока, повышения надежности работы оборудования, исключает инциденты и аварии с электроустановками.

Опасные и вредные факторы воздействия электрического ток на человека:

- воздействие электрической дуги;
- поражение электрическим током;
- воздействие электромагнитного излучения;
- воздействие электростатического поля;

Средства индивидуальной электрозащиты персонала, обслуживающего электроустановки:

- изолирующие штанги;
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- указатели напряжения всех видов и классов;
- бесконтактные сигнализаторы наличия напряжения;
- изолированный инструмент;
- Диэлектрические перчатки, боты, галоши, ковры, изолирующие костюмы, изолирующие подставки.

В наличии таблички предупреждающие:

- указательные – под каким напряжением электроприборы, заземлено;
- запрещающие – (не включать работают люди);
- предупреждающие – (не влезай убьет, стой - напряжение);
- разрешающие – (работать здесь).

Электротравмы по степени воздействия на человека:

- 1- слабые, судорожные сокращения мышц;
- 2- судорожные сокращения мышц, потеря сознания;
- 3- потеря сознания, нарушение сердечной и дыхательной деятельности;
- 4- клиническая смерть, т.е. отсутствие дыхания и кровообращения.

5.2.2 Механизмы рабочего оборудования

Движущиеся части машин и механизмов - электроприводы, части работающих механизмов, вращающиеся валы, рабочие колеса дымососов и вентиляторов.

Для исключения травматизма используются ограждения, ограждающие поверхности, сигнальные стопы, концевые, средства контроля и защиты, предупреждающие знаки, проводятся инструктажи, наличие средств защиты работников от воздействия движущихся частей производственного оборудования, устройство ограждений трубопроводов, предохранительных клапанов, электросиловых кабелей и других элементов, повреждение которых может вызвать опасность, наличие устройств (ручек) для перемещения частей производственного оборудования, приспособлений и инструментов вручную при ремонтных и монтажных работах; исключение опасности, вызванной разрушением конструкций, элементов зданий.

5.2.3 Тепловые излучения и опасность термического ожога

В режиме работы котлов в котельном машинном зале имеет место тепловое (инфракрасное) излучение. Источником теплового излучения являются котлы и трубопроводы.

Для снижения интенсивности теплового выделения и снижения вероятности термических ожогов по ГОСТ 12.4.123-83 «Система стандартов безопасности труда. Средства коллективной защиты от инфракрасных лучей. Общие технические средства» устанавливаются следующие меры безопасности:

- тепловая изоляция на трубопроводах и котлов там, где температура поверхностей более 45°C.;
- ограждение мест, в районе которых сильное выделение тепла;
- вентиляция рабочих мест;
- применение спецодежды в соответствии нормам.

В таблице 5.1 приведены допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела рабочих от производственных источников, в соответствии с СанПиНом 2.2.4.548-96.

Таблица 5.1 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела рабочих от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт./м., не более
50 и более	35
25-50	70
Не более 25	100

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Под оперативной ликвидацией аварий следует понимать отделение поврежденного оборудования (участка сети) от энергосистемы, а также действия, имеющие целью:

- предотвращение развития аварии;
- устранение опасности для обслуживающего персонала и оборудования, незатронутого аварией;
- восстановление в кратчайший срок, в первую очередь в зоне поражения, питания наиболее ответственных потребителей;
- создание надежной послеаварийной схемы;
- выяснение состояния, отключившегося во время аварии оборудования и возможности его включения в работу.

Что касается социальной и экологической роли электростанции, у которой износ оборудования составляет более 80 %. То замена топлива никак не окажет большую роль на экологичность станции. Нужно комплексно менять все оборудование и устанавливать, высокоэффективные золоуловители. А золошлаковым отходам искать применение или делать строительные блоки из них, может быть удобрения или задействовать теплоту от химического недожога. Это все конечно очень трудозатратно, но менее затратно, чем рекультивировать земли на золоотвалах. А нам с такой окружающей средой еще жить.

5.3.1 Пожарная безопасность

Оборудование в котлотурбинном цехе представляет пожарную опасность. В связи с этим разработаны организационные мероприятия, которые включают в себя:

- выбор ответственных, за пожарную безопасность в организации;

- противопожарный режим в организации;
- организацию хранения взрывчатых и горючих веществ в соответствии с требованиями безопасности;
- обучение работников правилам пожарной безопасности;
- разработка инструкций о мерах противопожарной безопасности для каждого взрывопожарного и пожарного участка;
- недопущение посторонних лиц на объекты, где хранятся, используются, транспортируются взрывчатые вещества;
- организацию пожарной охраны;
- наличие первичных средств пожаротушения.

В котельном отделении имеется система пожаротушения. Противопожарное водоснабжение осуществляется из р. Чулым с береговой насосной через систему пожарных трубопроводов; в здании проложена сеть трубопроводов с пожарными кранами (внутренний противопожарный водопровод). Для тушения пожаров энергетического оборудования предусмотрены как автоматические установки водяного и пенного пожаротушения, так и огнетушители, ящики с песком, асбестовые или войлочные покрывала и другие средства. Автоматические установки (водяного и пенного) пожаротушения должны эксплуатироваться в автоматическом режиме запуска и технически исправном состоянии. Оборудование, входящее в состав установки пожарной защиты (насосы, трубопроводы, запорно-пусковая арматура, оросители, пеногенераторы, пожарные извещатели и т. п.), должно быть в постоянной готовности к работе, не иметь дефектов и по техническим параметрам соответствовать паспортным данным и техническим условиям.

5.4 Экологическая безопасность

5.4.1 Золовое хозяйство пылеугольной ТЭС

Сжигание на электростанциях наименее качественного твердого топлива (с высокой теплотой сгорания, многозольного) приводит к большому выходу золошлаковых материалов.

Для сбора золы и шлака котельных установок, отпуска их потребителям, транспорта золошлаковых материалов внутри главного корпуса, на площадке ТЭС и за ее пределами, для складирования их в золоотвалах и предотвращения вредного воздействия последних на окружающую среду создаются системы золошлакоудаления, образующие золовое хозяйство тепловой электростанции. Системы золошлакоудаления должны быть допустимыми в экологическом и эффективными в технико-экономическом отношении.

В настоящее время на большинстве действующих электростанций зола и шлак удаляются гидравлическим способом и складываются на поверхности земли в золоотвалах. Наряду с определенными достоинствами – полная механизация процесса золошлакоудаления и возможность транспортировки на большие расстояния – этому способу присущ целый ряд недостатков. К основным из них относятся большой расход воды на транспортировку золы и шлака, изъятие больших площадей земли под золоотвалы, попадание загрязненных сточных вод системы ГЗУ в водоемы.

Для осветления сточной воды золоотвалов до состояния, позволяющего использовать ее в оборотном водоснабжении системы ГЗУ ТЭС, на золоотвалах устраивают отстойные пруды, в которых должен быть объем воды, необходимый и достаточный для восполнения возможных потерь из системы ГЗУ.

5.4.2 Очистка и удаление дымовых газов в атмосфере

Современный этап научно-технической революции характеризуется широким вовлечением в сферу человеческой деятельности всех основных ресурсов оболочки Земли.

На рисунке 5.1 показаны основные источники выбросов вредных веществ ТЭС, оказывающих влияние на состояние атмосферы в районе ее расположения. Потребляя огромное количество топлива и воздуха, котельная установка ПК выбрасывает в атмосферу через дымовую трубу ДТ продукты сгорания, содержащие оксиды углерода CO_x , сернистый ангидрид SO_2 , оксиды азота NO_x

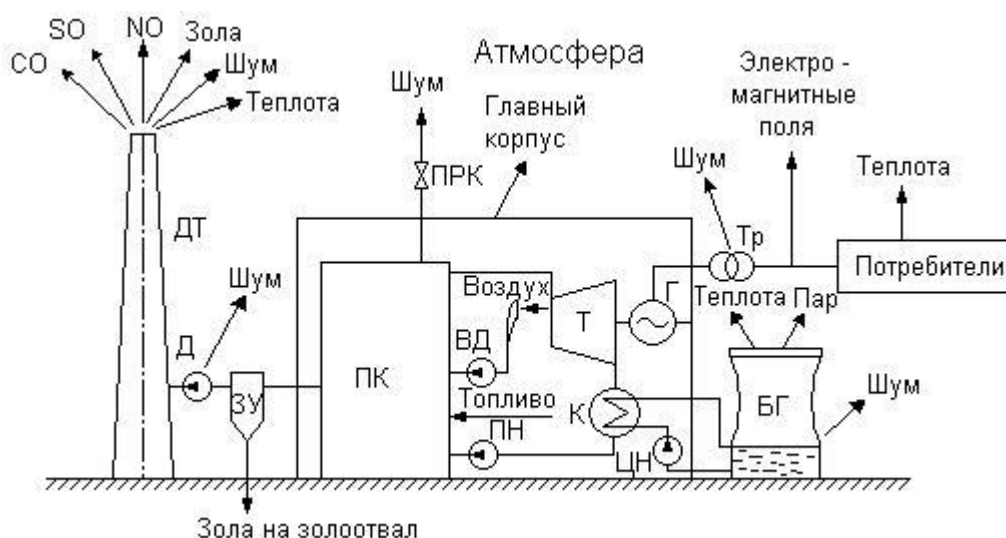


Рисунок 5.1 – Схема взаимодействия ТЭС с атмосферой

Основное количество углерода выбрасывается в форме CO_2 и не относится к числу токсичных компонентов, но в глобальном масштабе может оказывать некоторое влияние на состояние атмосферы и даже климат планеты. Оксид углерода CO является токсичным компонентом, однако при

рационально построенном процессе горения в топке парового котла он содержится в незначительном количестве.

Главными компонентами, определяющими загрязнение атмосферы в районе расположения ТЭС, является сернистый ангидрид SO_2 и оксиды азота

NO и NO₂. В топочной камере образуется в основном монооксид азота. Однако при движении в атмосфере происходит частичное доокисление, вследствие чего расчет обычно ведут на более токсичный диоксид азота.

Следующим важным компонентом, загрязняющим атмосферу в районе расположения ТЭС, работающих на твердых топливах, является летучая зола, не уловленная в золоуловителе ЗУ. Уловленная зола направляется на золоотвал, на сооружение которого отводится значительная часть полезной территории, причем в процессе хранения золы некоторая ее часть уносится в атмосферу (пыление золоотвалов). Поступление пыли в атмосферу может наблюдаться также со складов твердого топлива.

В атмосферу поступает вся теплота, внесенная топливом либо на самой ТЭС, либо у потребителей энергии. Главная часть (около 50%) теплоты топлива удаляется через охлаждающие устройства циркуляционной воды (БГ – башенная градирня). В случае прямоточного водоснабжения теплота с циркуляционной водой сбрасывается в гидросферу (реки, озера); 5 – 7 % теплоты удаляется с дымовыми газами из дымовой трубы. Остальное количество теплоты выделяется у потребителей электроэнергии и теплоты.

В районе расположения крупной ТЭС в воздушный бассейн попадают шумы в основном от источников, расположенных на открытом воздухе. Сюда относятся периодические сбросы пара через предохранительные клапаны ПРК, постоянный шум от повышающих трансформаторов, градирен.

Особенно вреден шум от осевых дымососов Д, который может распространяться на большой район из устья дымовой трубы ДТ.

На окружающую среду могут оказывать некоторое влияние электромагнитные поля высоковольтных линий электропередачи между ТЭС и потребителями электроэнергии. Минздравом установлены предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, которые являются практически безвредными для людей, животных, растительности.

Предельно допустимые концентрации некоторых (мг/м³) вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест (извлечения из ГН 2.1.6.1338-03)

Таблица 5.2 – Ежегодное количество примесей, попадающих в атмосферу Земли

Вещество	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³	
	Максимальна разовая	Среднесуточная
Пыль нетоксичная	0,50	0,15
Сернистый ангидрид	0,50	0,05
Диоксид азота	—	—
Оксид углерода	5,0	3,0
Ванадия пентаоксид	—	$2 \cdot 10^{-3}$
Бензапирен	—	$1 \cdot 10^{-6}$

5.4.3 Основные принципы золоулавливания

Вследствие того, что частицы золы уноса являются твердыми (в отличие от прочих газообразных продуктов сгорания), их выделение из потока может быть осуществлено физическими методами. Наибольшее распространение в энергетике получили методы инерциального отделения и отделения заряженных частиц в электростатическом поле.

Циклонные золоуловители. В циклонных (инерционных) золоуловителях отделение твердых частиц осуществляется вследствие возникновения центробежных сил при движении пылегазового потока по кольцевому каналу.

Для достижения степени улавливания на уровне 0,88 – 0,90 диаметр циклона принимается возможно меньшим ($D=0,25 - 0,5$ м). Поэтому для пропуска больших объемов газов после паровых котлов устанавливают батарейные циклоны, состоящие из сотен циклонов, в каждый из которых попадает соответствующая часть общего пылегазового потока.

Мокрые золоуловители. Недостатком работы сухих циклонов является возможность вторичного захвата осевшей на их стенках золы, что снижает эффективность работы аппарата. Простейшим методом предотвращения вторичного уноса со стенок является смачивание их стекающей пленкой воды.

В этом случае практически все золые частицы, достигшие стенок, удаляются вместе с водой в золовой бункер.

Электрофильтры. Степень улавливания золы в электрофильтре возрастает с ростом эффективной напряженности электрического поля и падает с увеличением скорости дымовых газов. Эффективная напряженность электрического поля определяется свойствами пылегазового потока.

Эффективная напряженность электрического поля, следовательно, скорость дрейфа и кинематический параметр связаны с удельным электрическим сопротивлением.

На степень улавливания большое влияние оказывает скорость газов, причем в отличие от циклонных золоуловителей степень улавливания золы в электрофильтрах растет с уменьшением скорости. Поэтому для углей с высоким УЭС золы приходится принимать малые скорости газового потока ($u=1 - 1,2$ м/с), а для прочих топлив $u=1,6 - 1,8$ м/с. Низкие скорости газов требуют установки электрофильтров очень большого поперечного сечения, что ведет к большим расходам металла и высоким капитальным затратам. Электрофильтры, как и механические золоуловители, лучше улавливают крупные частицы золы, однако зависимость их работы от диаметра частицы меньше, чем у циклонных золоуловителей.

Тканевые фильтры. В настоящее время в энергетике получают применение тканевые фильтры, применявшиеся ранее в других отраслях промышленности для улавливания пыли. Фильтрация осуществляется через гибкую ткань, выполняемую из тонких нитей (диаметр нитей около 100 – 300 мкм). Ткань имеет цилиндрическую форму, поэтому фильтры получили название рукавных. С помощью тканевых фильтров можно получить очень высокую степень улавливания – более 99%. Длительность работы ткани составляет 1 – 3 года.

5.4.4 Снижение выбросов оксидов серы и азота

Очистка от соединений серы. Для снижения выбросов серы существуют два подхода: очистка от соединений серы продуктов сгорания топлива или удаление серы из топлива до его сжигания.

Подавление образования оксидов азота. Оксиды азота могут образовываться в процессе горения в топках мощных паровых котлов при высоких температурах в ядре факела.

Большинство мероприятий по подавлению образования оксидов азота связано со снижением температуры в ядре зоны горения. К числу таких мероприятий относятся следующие:

1) рециркуляция дымовых газов с помощью специального дымоососа, забирающего дымовые газы после экономайзера и подающего их в топку. Подмешивая приблизительно 20% дымовых газов, удается снизить концентрацию NO на 40%;

2) двухстадийное сжигание топлива, когда в нижний пояс горелочных устройств подается все топливо и часть воздуха, необходимого для сжигания (0,8 – 0,9 теоретически необходимого количества). При этом происходит частичная газификация топлива при пониженной температуре в ядре факела по сравнению с полным сжиганием. Далее в верхний пояс подается остальное количество воздуха для дожигания продуктов неполного горения, однако температура при этом возрастает не сильно;

3) ввод воды вместо пара в мазутные форсунки в количестве 8 – 10 % массы топлива позволяет уменьшить концентрацию оксидов азота на 20 – 30 %;

4) существенно снижается образование оксидов азота при низких избытках воздуха.

5.4.5 Шум от энергоустановок и мероприятия по его снижению

Поскольку звук распространяется прямолинейно, то исключительное значение имеет высота расположения источника над уровнем земной поверхности. Чем выше расположен источник звука, тем на больший район вокруг ТЭЦ он может оказывать воздействие. Охлаждаемая поверхность градирни, трансформаторы, газораспределительные устройства располагаются сравнительно низко; их влияние ограничивается зданиями, расположенными в непосредственной близости от них. Для снижения вредного воздействия от шума этих устройств бывает достаточно установить экранирующую звук стенку вблизи источника. Сложнее обстоит дело с борьбой против шума из высотных источников.

Высокое значение звуковой мощности имеют место у газотурбинных установок, получающих все большее распространение в качестве агрегатов, снимающих суточные пики электрической нагрузки. Наибольшие звуковые давления порядка 140 дБ возникают на входе в ГТУ со стороны установки воздушных компрессоров. Поэтому в месте забора воздуха устанавливаются шумоглушители.

5.4. 6 Удаление дымовых газов в атмосферу

Определение размеров труб. Весьма ответственным устройством в системе охраны биосферы от вредных выбросов ТЭС являются газоотводящие устройства – дымовые трубы. Для того, чтобы не были превышены концентрации вредных веществ на уровне дыхания, требуется уменьшение концентраций вредных веществ в дымовых газах на четыре порядка (примерно в 10 тыс. раз). Такую степень очистки дымовых газов по оксидам серы, в частности, нельзя обеспечить ни одним известным способом: лучшие сероулавливающие установки могут обеспечивать снижение концентрации лишь в 10 – 20 раз.

Поэтому природоохранные мероприятия в отношении уменьшения концентраций токсичных веществ, включают две обязательные стадии –

очистка в возможных пределах дымовых газов в газоочистных устройствах ТЭС и последующее рассеивание остаточных вредностей за счет турбулентной диффузии в больших объемах атмосферного воздуха.

Вывод

Замена золоулавливающего оборудования на котле ПК-38 Назаровской ГРЭС позволит улучшить экологическое состояние города, за счет лучшего улавливания золовых частиц выбрасываемых в атмосферу. Предприятие должно стремиться, на мой взгляд к уменьшению загрязнения окружающей среды и улучшению условий труда персонала, работающего на станции. В нашем городе растут наши дети, а сотрудника, которого мотивируют и о котором заботятся предприятие, будет всегда относиться к своей работе с «особой эффективностью», а это скажется на эффективности станции. Это, на мой взгляд, социальная значимость модернизации оборудования на станции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проделанной работы произведен расчет и определены показатели золоулавливания. С увеличением степени золоулавливания, уменьшается количество выбрасываемых в атмосферу золовых частиц.

При установки электрофильтра ЭГВ 1-19-7,5-4-3 степень улавливания золовых частиц составила 0,994. Количество выбрасываемых в атмосферу золовых частиц сократилось с 70,1 г/с до 7,01 г/с, что существенно отразилось на выплате за выбросы с 5137301,87 руб/год до 381628,14 руб/год. Экономическая выгода от проекта составила 4755673,73 руб/год.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тепловой расчет котлов. Нормативный метод. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Изд-во НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.
2. Нормативно-техническая документация по топливо использованию АО «Назаровская ГРЭС» .
3. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельных :Методическое пособие по выполнению практических занятий по курсу “Промышленная экология” для студентов специальности 320700 “Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов” / Сост. Л.И. Бондалетова, В.Т. Новиков, Н.А. Алексеев. - Томск: Изд. ТПУ, 2000. - 39 с.
4. Природоохранные технологии на ТЭС и АЭС. Конспект лекций. к.т.н. Разва А.С. ТПУ, 2010.
5. Назаровская ГРЭС [электронный ресурс] Режим доступа:
<http://my.krskstate.ru/>